

MORTANDAD DE PECES EN EL ARROYO SAN MIGUEL (PARTIDO DE PILA, PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

FISH MORTALITY IN THE SAN MIGUEL STREAM (PARTIDO DE PILA, PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

D. Colautti**, M. Remes Lenicov**, N. Gómez* y C. Claps*

RESUMEN

Durante el mes de marzo de 1996 se registró una mortandad de peces, en el arroyo San Miguel, provincia de Buenos Aires (36°05'S; 58°01'O). Este curso de agua posee 4.500 m de longitud y un ancho de 50 m. Es un afluente del río Salado y a través de él desagua una serie de lagunas encadenadas. Para estudiar las causas del fenómeno se establecieron cuatro estaciones de muestreo, en las que se extrajeron muestras para el análisis de bentos, peces y plancton, y se registraron algunos parámetros físico-químicos. Los peces muertos fueron determinados taxonómicamente, medidos y se cuantificó su mortandad. Los análisis cuali-cuantitativos de las comunidades pusieron en evidencia clara predominancia de especies típicas de ambientes mineralizados, ricos en nutrientes, sometidos a elevadas temperaturas y bajos tenores de oxígeno. El análisis del fitoplancton permitió detectar densas poblaciones de *Microcystis aeruginosa* (Cianobacteria) con valores de hasta 67.600 cél. ml⁻¹ y de *Prymnesium* aff. *patelliferum* (Prymnesophyceae) con valores de hasta 24.640 cél. ml⁻¹; ambas ictiotóxicas.

Los análisis histopatológicos efectuados a los peces revelaron alteraciones a nivel del epitelio branquial, del tejido renal y hepático, demostrando que los peces estuvieron expuestos a una intoxicación aguda. La mortandad afectó fundamentalmente a la carpa *Cyprinus carpio* y el total de individuos muertos se estimó aproximadamente en 65.000, correspondiente a una biomasa de 89.304 kg. El escaso caudal de agua, la elevada mineralización, las altas temperaturas y la densidad fitoplanctónica, incluyendo las especies productoras de toxinas (180.300 cél. ml⁻¹), promovieron el deterioro de las condiciones de vida para los peces. Por lo tanto el fenómeno ocurrido en el arroyo San Miguel estaría vinculado a una serie de causas concurrentes.

PALABRAS CLAVES: Mortandad de peces, algas ictiotóxicas, *Cyprinus carpio*, *Prymnesium* sp., *Microcystis aeruginosa*, laguna pampásica, Argentina.

ABSTRACT

During March 1996, a mortality of fishes was recorded at San Miguel stream, located in Buenos Aires province. (36°05'S; 58°01'O). The longitude of the stream is 4500 m and its width 50 m. It is an affluent of Salado river and a series of connected ponds drain through it to this river. In order to study the causes of the mortality four sampling stations were established. Samples of benthos, plankton and fishes were collected. Some physic-chemical parameters were recorded. It was valued the quantity of dead fishes and they were determined taxonomically and their sizes measured. Analysis cuali-cuantitative of the sampled communities evidenced a mineralized environment, rich in nutrients, subjected to elevated temperatures and with low dissolved oxygen concentrations. Phytoplankton analysis allowed to detect dense populations of *Microcystis aeruginosa* (Cyanophyta), with densities 67600 cel. ml⁻¹ and of *Prymnesium* aff. *patelliferum* (Prymnesiphyceae) with densities of 24640 cel. ml⁻¹. Both algae are harmful for fish. The histopathological analysis effected to the fishes showed alterations at level of gill epithelium, renal and liver tissues, proving evidence that the fishes were exposed to a sharp intoxication. The mortality affected fundamentally to *Cyprinus carpio* and the number of total dead individuals were valued approximately 65000 and their weight was 89304 kg. The scarce level of water, elevated mineralization, high temperatures and phytoplankton density, including the species that produce toxins generated a deterioration in life conditions of fishes. Therefore, the phenomenon occurred in San Miguel stream would be related to a series of convergent causes.

Key words: fish mortality, ichtyotoxic algae, *Cyprinus carpio*, *Prymnesium* sp., *Microcystis aeruginosa*, pampasic pond, Argentina.

INTRODUCCION

Las mortandades de peces son fenómenos frecuentes (Hill, 1983) y pueden desencadenarse por causas antropogénicas o procesos naturales

**,*Instituto de Limnología "Dr. Raúl A. Ringuelet", Av. Calchaqui km 23,5 (1888), Fcio. Varela, Argentina.
**Becario CIC, *Investigador CONICET.

complejos, que implican un conjunto de variables ambientales y biológicas (Bell, 1978).

Según Ringuet *et al.* (1955), las mortandades masivas, causadas por intoxicaciones o condiciones ambientales extremas, han afectado por lo común a "poblaciones reducidas". A pesar de tratarse de fenómenos reiterados en aguas continentales argentinas, los datos acerca de las mismas son escasos. En la provincia de Buenos Aires varios autores han registrado mortandades de peces, pudiendo mencionarse a Ringuet *et al.* (1955); Ringuet (1962); Ringuet y Arámburu (1966); Freyre (1967); Gómez (1986, 1988 y 1996); Colautti y Remes Lenicov (1996 a, b y c).

En el presente trabajo se describe la mortandad de peces ocurrida durante el verano de 1996 en el arroyo San Miguel, evaluando su magnitud, las especies involucradas y la calidad de agua del arroyo.

MATERIALES Y METODOS

AREA DE ESTUDIO

El arroyo San Miguel (36°05'S; 58°01'O) posee una longitud aproximada de 4.500 m y 50 m de ancho, sirviendo de nexo entre la laguna San Lorenzo y el río Salado (Fig. 1). El cauce es sinuoso y delimitado por barrancas. Presenta sedimentos de granulometría variable, desde arena a limo, y abundante materia orgánica. A lo largo de su recorrido no se observaron macrófitos emergentes ni sumergidos. A través de este arroyo desaguan en el río Salado una serie de lagunas encadenadas. Su nivel hidrométrico está ligado al régimen de lluvias del área y de la cuenca alta del río Salado, ya que las eventuales crecidas del río invierten el sentido de la circulación del agua en el sistema. Dicho fenómeno se halla favorecido por la escasa pendiente de la llanura circundante.

En el momento del muestreo el arroyo se encontraba desvinculado de la laguna San Lorenzo, debido al período seco que imperaba en la provincia de Buenos Aires, entre abril de 1995 y abril de 1997.

Con el objeto de conocer la situación limnológica del arroyo, se realizó un muestreo entre los días 14 y 18 de marzo de 1996. Para efectuar el mismo se establecieron cuatro estaciones de muestreo (Fig. 1). En cada una se obtuvieron datos de temperatura (Equipo Hanna), conductividad (Conductivímetro Hanna), pH (equipo Horiba), trans-

parencia (disco de Secchi) y profundidad. De las estaciones 1, 2, y 4 se extrajo 2 litros de agua para efectuar análisis químicos (nitrato, nitrito, amonio y plaguicidas clorados). Para el análisis del fitoplancton se colectó 1 l de agua del arroyo fijada con lugol; los recuentos se realizaron con un microscopio invertido de acuerdo a la metodología propuesta por Utermohl (1958) y los resultados expresados en células ml⁻¹. Para el zooplancton se filtraron 20 l de agua a través de una red de plancton de 80 mm de abertura de poro y se fijó con formalina al 4%; los recuentos se realizaron en cámaras Sedgwick-Rafter de 1 ml y se expresaron en individuos l⁻¹. El bentos se recolectó con un corer de 78,4 cm² de base y se fijó con formalina al 10%. La estación 2 fue muestreada el primer y último día, con el fin de determinar cambios en la composición de la comunidad fitoplanctónica.

Se recolectaron peces mediante el empleo de una red de tiro de 30 m de longitud y 0,5 bar de abertura de malla. Esta muestra se tomó sólo en la estación 1 donde aún persistían algunos peces con vida. Los ejemplares capturados fueron medidos, pesados y se les extrajo muestras de escamas. Parte del material recolectado fue fijado con formol al 10% para análisis histopatológicos.

Con el fin de cuantificar la mortandad se realizó un muestreo sistemático en la zona afectada. El mismo consistió en el conteo de peces muertos en franjas de 5 m perpendiculares al cauce, con intervalos de 300 m. Se contabilizaron las especies afectadas, sus tallas, la disposición en el espacio y la cantidad de cadáveres por unidad de área.

El número total de peces se estimó por dos métodos: 1. calculando el promedio de ejemplares por submuestra y extrapolándolo al área total y 2. a partir de una recta de regresión entre la distancia a la cabecera del arroyo y el número de peces en las respectivas submuestras, ya que era evidente un gradiente en tal sentido. Una vez calculado el número total de peces muertos y la talla promedio, se calculó el peso total basándose en la relación longitud-peso para *Cyprinus carpio* en la provincia de Buenos Aires.

RESULTADOS

CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS

El agua del arroyo San Miguel presentó una elevada conductividad, que duplicaba los valores del río Salado (Tabla 1). El pH y la temperatura re-

sultaron también elevadas y la transparencia del agua no superó los 20 cm (Tabla I). El valor medio de NH_4^+ fue 1,8 mg/l, de NO_3^- 8,5 mg/l; y de NO_2^- 0,22 mg/l.

Con respecto al total de los plaguicidas clorados, su concentración fue de 58,65 ng/l, correspondiendo el 31% al compuesto lindano. Si bien sus concentraciones relativamente elevadas, están lejos de alcanzar niveles letales para los peces.

FITOPLANTON

En el primer muestreo realizado en la estación 2 se observó la mayor densidad fitoplanctónica, 180.280 cel. ml^{-1} . Días después se registró un valor de 24000 cel. ml^{-1} para la misma estación. Las densidades fitoplanctónicas aguas arriba y debajo de ésta última no superaron 33.030 cel. ml^{-1} .

Se observó el predominio de *Microcystis aeruginosa* (Cyanophyta) con valores hasta 67.600 cel ml^{-1} , en tanto que *Prymnesium* aff. *patelliferum* (Prymnesiophyceae) codominó con valores que alcanzaron 24.640 cel. ml^{-1} , ambos correspondientes a la estación 2. Otras especies frecuentes pero menos abundantes fueron *Micractinium pusillum*, *Merismopedia tenuissima*, *Chaetoceros muelleri*, *Nitzschia acicularis*, *Scenedesmus acutus*, *Merismopedia tenuissima*, *Aphanothece* aff. *delicatissima* y una variada flora de flagelados, representados por los géneros *Chlamydomonas*, *Carteria* y *Chromulina*.

Cabe destacar la importante cantidad de bacterias observadas en las muestras analizadas.

ZOOPLANTON

El zooplanton estuvo representado por un número bajo de especies. El ciliado hipotrico *Euplotes patella* y el rotífero *Brachionus plicatilis* dominaron numéricamente. También fueron importantes otras dos especies del género *Brachionus* (*B. angularis* y *B. calyciflorus*). Se hallaron en menor número nauplii, copepoditos y adultos de copépodos ciclopoideos y harpacticóideos. La mayor densidad zooplanctónica correspondió a la estación 1 con valores de 7.095 ind. L^{-1} , mientras que la menor se registró en la estación 4 con 440 ind. L^{-1} .

ZOOBENTOS

La fauna hallada en la estación 2 fue la más escasa en abundancia y diversidad, con una densidad de 51 org. m^{-2} . En la estación 1, con una densidad total de 302 org. m^{-2} , resultó llamativa la presencia de grandes poliquetos pertenecientes a

la familia Nereidae. En estas estaciones no se observó la presencia de quironómidos, cladóceros y ostrácodos, que son organismos comunes en el bentos del arroyo y susceptibles a la falta de oxígeno. La abundancia de nematodos en las arcillas de la cabecera del arroyo (estación 1) se debió probablemente a la gran disponibilidad de materia orgánica en este sitio y a los bajos tenores de oxígeno requeridos por la especie. En la estación 4, se encontró la mayor densidad de organismos (861 org. m^{-2}) y diversidad: harpacticóideos, oligoquetos, chironómidos, hydracáridos, y con una dominancia absoluta de nereidos juveniles (687 org. m^{-2}).

La elevada conductividad, temperatura y concentración de nutrientes crearon probablemente un ambiente propicio para el desarrollo de los poliquetos, cuya presencia en aguas continentales es inédita en la provincia de Buenos Aires.

ICTIOFAUNA Y MORTANDAD DE PECES

Se hallaron peces vivos sólo en la cabecera del arroyo (estación 1). La captura estuvo compuesta por dos especies, *Hypostomus* sp. (vieja del agua) y *Cyprinus carpio* (carpa común) de dos años de edad; ambas especies representadas en igual proporción.

Entre las especies afectadas, *C. carpio* resultó dominante, siguiéndole en orden de importancia *Rhamdia sapo* (bagre sapo), *Hoplias malabaricus* (tararira) e *Hypostomus* sp. (vieja del agua). Los peces muertos se dispusieron desde la cabecera hasta 2.500 m aguas abajo de la misma, disminuyendo su densidad en ese sentido (Tabla II).

Durante el muestreo del arroyo San Miguel se pudo apreciar que los individuos muertos se hallaban depositados sobre ambos márgenes hasta unos 40 cm por encima del nivel de agua.

Las tallas de las carpas muertas oscilaban entre 200-600 mm de longitud estándar.

La estimación del número total de carpas muertas en el arroyo, resultó de 64.464 individuos, de acuerdo al promedio por submuestra y de 66.713 individuos, según el método de regresión (Fig. 2). El peso total calculado fue de 89.304 kg. Para el bagre sapo se estimó un número total de 2.320 individuos muertos. El número de tarariras y viejas fue bajo, no se observaron más de 20 ejemplares de cada especie.

Los análisis histopatológicos de los peces revelaron alteraciones a nivel del epitelio branquial (laminillas branquiales hipertrofiadas, congestio-

nadas, con excesivo mucus, desprendimientos epiteliales y necrosis), del tejido renal (muy profundo, ascítico, presencia de coágulos internos y glomérulos hipertrofiados con destrucción de capilares) y del tejido hepático (región central necrótica, importante congestión en sinusoides y venas y hepatocitos claros hipertrofiados).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las mortandades de peces documentadas y relacionadas a condiciones extremas en Argentina y sur de Brasil suman aproximadamente 25, de los cuales el 72% ocurrió a causa del frío y el 8% por aumento de la salinidad producida por la evaporación del agua y el resto a otras causas (Gómez, 1996). Para la pampasia bonaerense los antecedentes publicados sobre el tema son escasos. La estación climática, las temperaturas elevadas y las floraciones algales son puntos coincidentes entre la mortandad de peces estudiada por Ringuelet *et al.* (1955) en la laguna de Monte y el evento registrado en el arroyo San Miguel. La composición del plancton, con el predominio de especies termófilas, halófilas, propias de aguas ricas en materia orgánica y nutrientes (Bick, 1972; Koste, 1978; Margalef, 1983) es concordante con las características que presentaba el arroyo. Entre estos organismos, merecen una mención especial dos especies fitoplanctónicas, *M. aeruginosa* y *P. aff. patelliferum* por su vinculación con el tema tratado. El desarrollo en masa de la primera determina la muerte de peces debido al agotamiento de oxígeno y por presentar principios tóxicos (Margalef, 1955, 1983; Hallegraef, 1992). Parra *et al.* (1986) citan para la Laguna Redonda en Concepción, Chile, una mortandad masiva ocasionada por un "bloom" de esta cianofita. Dentro del grupo de las haptofitas, el género *Prymnesium* es productor de ictiotoxinas con efectos hemolíticos y neurotóxicos de acción rápida. Las especies de este género muestran un mejor desarrollo en aguas salobres, alcanzando altas densidades si el ambiente es rico en nutrientes. Muertes masivas de peces han sido provocadas por esta alga en países donde la temperatura es elevada, el clima seco y las aguas con frecuencia se tornan salobres. *Prymnesium* puede causar serias pérdidas en granjas destinadas a la producción de peces tales como las registradas en Israel (Lund & Lund, 1995). La aparición de *P.*

aff. patelliferum en el arroyo San Miguel coincidió con un verano seco, con aguas mineralizadas y concentraciones moderadas de nutrientes. Las altas densidades fitoplanctónicas sugieren que el arroyo estuvo sujeto a cambios muy bruscos en la cantidad de oxígeno disuelto durante el ciclo diario. Por otra parte las elevadas temperaturas disminuyen la solubilidad del oxígeno, aceleran el metabolismo de los organismos y los procesos de descomposición, incrementando el aporte de compuestos nitrogenados y la demanda de oxígeno. El pH alcalino (9,6) induce a que el amonio se convierta en amoníaco, compuesto altamente tóxico para peces y otros organismos. La descomposición anaeróbica produce diversas sustancias tóxicas para los seres vivos, entre ellas el ácido sulfhídrico. En tal sentido, las alteraciones histológicas encontradas en los peces apoyan la hipótesis de una muerte causada por intoxicación aguda.

El fenómeno ocurrido en el arroyo San Miguel sería consecuencia de un conjunto de procesos iniciados por condiciones climáticas extremas que actuaron sinérgicamente y culminaron produciendo profundos cambios en el sistema, entre ellos la mortandad de peces.

Durante 1996 se registraron otras mortandades mono-específicas de carpa en distintos puntos de la provincia bajo condiciones diversas (Colautti y Remes Lenicov, 1996 a, b y c). Este fenómeno podría deberse a que se trata de una especie exótica y por lo tanto su biología condicionaría una respuesta inadecuada ante determinados estímulos ambientales regionales. Asimismo, es destacable la ausencia de peces menores a 20 cm entre los muertos y los sobrevivientes, a pesar que la mortandad afectó a un amplio rango de individuos de la población. Como el muestreo se efectuó algunos días después de la mortandad masiva, no puede aseverarse si se debe a que murieron y fueron consumidos por carroñeros o a que escaparon favorecidos por su tamaño, o bien que no estuvieron en el arroyo. Otro rasgo particular fue la abundante cantidad de viejas del agua capturadas vivas. Esto se debería a su mayor tolerancia a las condiciones reinantes en el arroyo (Gómez, 1988), y a su capacidad para respirar oxígeno atmosférico.

La importante congregación de carpas en el arroyo da cuenta de que los peces fueron inducidos a circular concentrándose en su cabecera. En base a datos aportados por la Dirección de Hidrología del Ministerio de Obras y Servicios Públicos

de la provincia de Buenos Aires, pudo confirmarse que el día 25 de febrero se registró en el limnógrafo de Gral. Belgrano (río Salado 40 km aguas arriba) una creciente con un máximo de 1,20 m sobre el nivel previo, disminuyendo el nivel rápidamente. Dicho incremento reestableció la conexión del arroyo con la laguna San Lorenzo, revirtiendo el estado de estancamiento en el que se hallaba. Esta situación habría favorecido el ingreso de los peces inducidos por reotaxis. En el transcurso de la mortandad el nivel de aguas no imponía restricciones para retornar al río Salado, sin embargo el descenso de las aguas desvinculó el arroyo de la laguna y los factores ambientales reinantes determinaron el rápido deterioro de las condiciones de vida, constituyendo una trampa natural. Esta hipótesis se ve sustentada en que los peces muertos se hallaban aproximadamente 40 cm por encima del nivel de aguas y por que la pendiente de la regresión distancia-número de carpas (Fig. 2) sugiere que murieron en la cabecera y algunos fueron arrastrados aguas abajo por la bajante.

AGRADECIMIENTOS

Al Municipio de Pila y a Carlos Estivariz por su valioso apoyo durante las tareas de campo. A M. Ferrario (Div. Ficología de la Facultad de Cs. Nat. y Museo de La Plata) por su colaboración en la identificación de *Prymnestium* aff. *patelliferum*.

BIBLIOGRAFIA

- BICK, H. 1972. Ciliated Protozoa. World Health Organization. GENEVA. 198 pp.
- BELL, G. R. 1978. Investigation of mortalities in the wild. In Methods for assesment of fish production in fresh waters. Blackwell Scientific Publications. T. Bagenal. 365 pp.
- COLAUTTI, D. & REMES LENICOV, M. 1996a. Informe sobre la mortandad de peces ocurrida en el río Salado (General Belgrano, Prov. Bs. As.) Minist. As. Agr. Prov. Bs. As. 8 pp.
- COLAUTTI, D. & REMES LENICOV, M. 1996b. Informe sobre la mortandad de peces ocurrida en el canal 11 y arroyo Gualicho (Las Flores) en diciembre 1996. Minist. As. Agr. Prov. Bs. As. 10 pp.
- COLAUTTI, D. & REMES LENICOV, M. 1996c. Informe sobre la mortandad de peces ocurrida en la Laguna de Chascomús en diciembre de 1996. Minist. As. Agr. Prov. Bs. As. 7 pp.
- FREYRE, L. R. 1967. Consecuencias de la mortandad de peces por las temperaturas extremas de junio de 1967 en la Laguna de Chascomús. Agro. 9, 35-46 pp.
- GOMEZ, S. E. 1986. Mortandad de peces por acción del calor en el Río Iguazú (Misiones, Argentina). Spheniscus, 4: 25-30 pp.
- GOMEZ, S. E. 1988. Susceptibilidad a diversos factores ecológicos extremos en peces de la Pampasia Bonaerense, en condiciones de laboratorio. Tesis doctoral N502, Fac. Cien. Nat., Univ. Nac. de La Plata.
- GOMEZ, S. E. 1996 Resistenza alla temperatura e alla salinità in pesci della provincia di Buenos Aires (Argentina), con implicazioni zoogeografiche. Distribuzione della fauna ittica italiana. Atti congressali 12-13 diciembre 1991. Trento, Italia.
- HALLEGRAEFF, G. M. 1992. Harmful algal blooms in the Australian region. Mar. Poll. Bull. 25 (5-8): 186-190 pp.
- HILL, D. M. 1983. Fish kill investigation procedures. In Fisheries techniques. Ed. L. A. Nielsen and D. L. Johnson. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 260 pp.
- LUND, C. H. & LUND, J.W.G. 1995. Freshwater algae. Their microscopic world explored. Biopres. Bristol. 360 pp.
- MARGALEF, R. 1955. LOS organismos indicadores en la Limnología. Biología de las aguas continentales XII. Minist. Agric. Madrid. 209 pp.
- MARGALEF, R. 1983. Limnología. Omega. Barcelona. 1010 pp.
- KOSTE, W. 1978. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas, Überordnung Monogononta. Gebrüder Borntraeger, Berlin. 673 pp.
- PARRA, O.; AVILES, D.; BECERRA, J.; DELLAROSA, V. & MONTOYA, R. 1986. First toxic blue-green algal bloom record for Chile: a preliminar report. Gayana Bot. 43(1-4): 15-17 pp.
- RINGUELET, R. A.; OLIVIER, S. R.; GUARRERA, S. A. & ARAMBURU, R.H. 1955. Observaciones sobre el antoplancton y mortandad de peces en la laguna de Monte (Buenos Aires, Rep. Argentina). Not. Mus. de La Plata, 18 Zool. (159):71-80 pp.
- RINGUELET, R. A. 1962. Ecología Acuática Continental. EUDEBA. Bs. As. 138 pp.
- RINGUELET, R. A. & ARAMBURU, R. H. 1966. La reciente mortandad de peces en el Río de La Plata. Bol. Inf. N°5 Dir. de Rec. Pesq. Prov. Bs. As.
- ÜTERMÖHL, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. Int. Ver. Limnol. 9:1-38 pp.

TABLA I. Principales características físico-químicas del arroyo San Miguel en el momento del muestreo.

	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4
Temperatura °C	33,4	31,9	31	29,5
Conductividad $\mu\text{S cm}^{-1}$	8450	8710	8200	4100
Transparencia cm	10	18	12	20
pH	9,6	9,6	9,6	8,7
Profundidad cm	30	18	18	30

TABLA II. Distribución y número de peces muertos por submuestra, desde la cabecera del arroyo S. Miguel hasta su desembocadura en el río Salado.

	m a la cabecera.	0	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400
N° de peces submuestra	<i>Cyprinus carpio</i>	305	257	138	196	94	171	61	14	8
	<i>Rhamdia sapo</i>	36	4	0	1	0	2	0	0	0

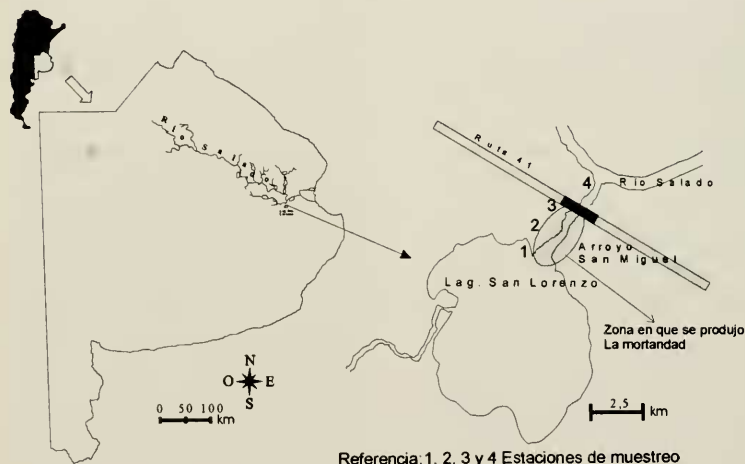


Figura 1

FIGURA 1. Ubicación de las estaciones de muestreo y del arroyo San Miguel.

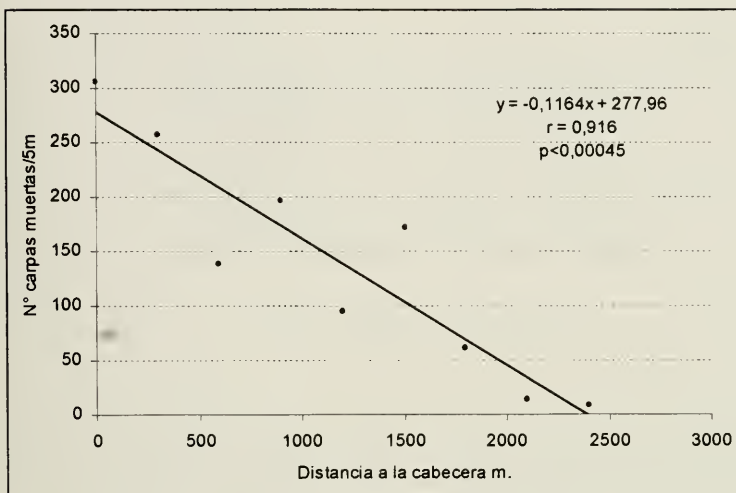


Figura 2.

FIGURA 2. Distribución espacial de las carpas (*Cyprinus carpio*) muertas.